

TOXICIDAD DEL EXTRACTO CRUDO DE MAÍZ SOBRE *Panonychus citri* (McGREGOR) EN CONDICIONES DE LABORATORIO

H. Rodríguez*¹, Mayra Ramos**², Oriela Pino*, B. Díaz*[†]

*Grupo Plagas Agrícolas, Dirección de Protección de Plantas. Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA). Apartado. 10, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**Departamento de Medio Ambiente. Facultad de Gestión de la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente, Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas (InSTEC). Carlos III y Luaces, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba

RESUMEN: Para determinar la toxicidad del extracto crudo de maíz sobre *Panonychus citri* se calculó la concentración letal para un 50% de mortalidad (LC₅₀) y el efecto subletal. Se utilizó el extracto liofilizado, que fue resuspendido en agua destilada al momento de su aplicación. Se prepararon diluciones seriadas con las siguientes concentraciones: 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,12; 0,06 y 0,03 %, las cuales se asperjaron sobre hembras jóvenes. Para conocer el posible efecto de dosis subletales, se determinó la duración de los períodos de preoviposición, oviposición, postoviposición, la longevidad y la fecundidad de las hembras sobrevivientes a las aplicaciones. La LC₅₀ fue de 0,142 y 0,089 % a las 24 y 48 horas respectivamente. Se encontró un incremento en la duración del período de preoviposición cuando las hembras de *P. citri* fueron asperjadas con las concentraciones subletales, las que difirieron significativamente del control. Para los períodos de oviposición y postoviposición y la longevidad no se registraron diferencias estadísticas significativas. Los valores de fecundidad registrados disminuyeron en la medida que aumentó la concentración del extracto, aunque sin encontrarse diferencias significativas. Los resultados alcanzados en este estudio demuestran que el extracto crudo de maíz tiene una marcada acción de contacto, pero no provoca efectos subletales de consideración sobre *P. citri*.

(Palabras clave: extracto de maíz; *Panonychus citri*; toxicidad; efecto subletal)

TOXICITY OF CRUDE MAIZE EXTRACT ON *Panonychus citri* (McGREGOR) UNDER LABORATORY CONDITIONS

ABSTRACT: The LC₅₀ and sub-lethal effect of crude maize extract were calculated to determine its toxicity on *Panonychus citri*. The freeze-dried extract re-suspended in water before being applied was used. Serial dilutions were prepared at the concentrations of 2.0, 1.0, 0.5, 0.25, 0.12, 0.06 and 0.03 %, which were sprayed over young females of the mite. The length of the periods of pre-oviposition, oviposition and post-oviposition, the longevity and fecundity of the females surviving the sub-lethal doses of the extract were determined to find out its potential sub-lethal effect. The LC₅₀ was of 0,142% and 0,089 % at 24 and 48 h respectively. The pre-oviposition period of the females sprayed with the sub-lethal concentrations were significantly longer than that of the control. No statistically significant differences were observed for the oviposition and post-oviposition periods. Fecundity values were observed to decrease as the extract concentration increased, but not with significant differences. The results achieved in the present study showed that the crude extract of maize had a marked contact action, but without considerable sub-lethal effects on *P. citri*.

(Key words: maize extract; *Panonychus citri*; toxicity; sub-lethal effect)

¹ Dirección actual: Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de La Habana (UNAH). Carretera de Tapaste y Autopista Nacional. San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. Correo electrónico: morell_66@isch.edu.cu

INTRODUCCIÓN

El ácaro rojo, *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) es una plaga importante en el cultivo de los cítricos a nivel mundial (1,2,3). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes al alimentarse sobre las hojas. Las hojas muestran manchas cloróticas, con lo cual se disminuye la fotosíntesis y se incrementa la transpiración. Las infestaciones severas producen caída prematura de las hojas y pérdida de vigor de las plantas (4). En Cuba, en condiciones de viveros los daños producidos por este fitófago devalúan las posturas para su comercialización (5).

Dadas estas características la utilización unilateral y excesiva de acaricidas sintéticos para su combate, ha llevado en poco tiempo, al desarrollo de líneas resistentes (1,6). El uso de extractos de plantas podría ser una alternativa para su manejo, considerando que los mismos son menos tóxicos y de fácil degradación. Además que por su relativa inocuidad frente a los enemigos naturales, pueden incrementar la efectividad del control natural (7,8,9,10).

El extracto crudo de maíz ha mostrado una elevada efectividad sobre *P. citri* en condiciones de laboratorio y aisladores biológicos (11), sin embargo no se ha determinado la LC_{50} , ni se conoce el efecto que pudieran producir concentraciones subletales sobre este fitófago; aspectos que constituyen el objetivo de este trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Mantenimiento de las crías: Las poblaciones de *P. citri* se mantuvieron en condiciones de laboratorio. Se criaron sobre hojas de toronjo, *Citrus paradisi* Macf. var. Marsh, por el método de sobrevivencia de hojas en placas Petri sobre algodón humedecido.

Preparación del extracto: El material vegetal utilizado procedía de un campo de maíz (*Zea mays* L. var. Francisco) sembrado sobre un suelo Ferralsols. Después de efectuada la cosecha, se recolectaron las hojas, se secaron al aire y se molieron. Posteriormente se utilizaron 50 g del material vegetal por litro de agua destilada. El extracto se preparó por decocción durante 30 min, posteriormente se filtró por tamices de 125 a 79 μ m y el filtrado se liofilizó. El polvo obtenido se resuspendió en agua destilada al momento de su utilización.

Determinación de la Concentración Letal: A partir del extracto liofilizado se prepararon diluciones seriadas con las siguientes concentraciones: 2,0; 1,0; 0,5; 0,25; 0,12; 0,06 y 0,03 %. Se situaron hojas de toronjo Marsh en placas Petri sobre algodón humedecido y sobre

estas se colocaron 25 hembras jóvenes de *P. citri*. Seguidamente se procedió a la aspersión de las hembras con las diferentes concentraciones con la ayuda de un aspersor manual. Se estableció un control, en el cual los ácaros fueron tratados con agua con Tween 80 al 0,02%. Cada tratamiento se replicó seis veces.

Se determinó el número de adultos muertos a las 24 y 48 horas y se calculó el porcentaje de mortalidad. Los datos obtenidos se utilizaron para calcular la concentración letal, a través de un análisis Probit usando el programa POLO (Le Ora Software, Berkely, CA, 1987). La existencia de diferencias significativas entre los valores de la LC_{50} calculada para los dos momentos de observación, se determinó por la comparación de los intervalos de confianza al 95%, computados por el programa POLO.

Estudio del efecto subletal: Para determinar el efecto subletal, se utilizaron hembras recién emergidas (de 12 h de edad como máximo), se colocaron en placas Petri y se asperjaron con la concentración letal para un 25 % de mortalidad (LC_{25}) y un 50 % de mortalidad (LC_{50}), obtenidas en el experimento anterior. A los 30 min, las hembras que sobrevivieron a la aplicación, se transfirieron de forma individual a discos de hojas de toronjo de 1,5 cm de diámetro que no habían recibido tratamiento. En todos los casos se preparó un control con agua destilada más Tween 80 al 0,02 %.

Las hembras se observaron diariamente hasta la muerte y el sustrato se cambió cada tres días. Se determinó la duración de los períodos de preoviposición, oviposición, postoviposición, la longevidad y la fecundidad. Para conocer la influencia de cada concentración se realizó un análisis de varianza de clasificación simple y la prueba de rangos múltiples de Duncan, para lo cual se usó el paquete estadístico Statistica (12).

Se confeccionaron las curvas de media de huevo por hembra por día y se calculó el índice de reducción de la fecundidad por la fórmula de Lundgren (13). También se calculó el número de huevos puestos por las hembras tratadas y el control sobre hojas sin tratamientos. Los ensayos se realizaron en condiciones de laboratorios con $25,4 \pm 1,64^\circ\text{C}$ de temperatura y $87,6 \pm 5,16\%$ de humedad relativa.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de la Concentración Letal: La concentración letal para un 50% de mortalidad fue de 0,142% y 0,089 % a las 24 y 48 horas de exposición (Tabla 1). Con relación al cálculo de la concentración letal de extractos vegetales sobre *P. citri*, solo se conoce la LC_{50} del extracto elaborado a partir del aceite de semi-

TABLA 1. Toxicidad por contacto directo del extracto crudo de maíz sobre *Panonychus citri*./ *Toxicity by direct contact of crude maize extract on Panonychus citri*

LC	Dosis ^a	Intervalo de confianza 95%		Intercepto ±EE ^b	χ^2 ^c
		Inferior	Superior		
Toxicidad a las 24 horas					
LC ₂₅	0,05	0,015	0,090	1,440±0,102	19,724
LC ₅₀	0,14	0,072	0,227		
LC ₉₉	5,87	2,392	35,645		
Toxicidad a las 48 horas					
LC ₂₅	0,02	0,007	0,050	1,239±0,092	15,420
LC ₅₀	0,09	0,044	0,144		
LC ₉₉	6,76	2,609	41,972		

^a Concentración que causa un 25, 50 y 99 % de mortalidad después de 24 y 48 horas, expresada en %

^b Intercepto de la recta de regresión

^c Valores de χ^2 (gl=6), menores que ($p \leq 0,05$) indican diferencias significativas entre la recta de regresión observada y la estimada

llas del paraíso (*Melia azedarach* L.), que tuvo un valor de 0,27% (14). Al determinar la actividad acaricida de los extractos acuosos de *Annona squamosa* L., *Mammea americana* L., *Azadirachta indica* L. y *Ricinus communis* L., se encontró que los extractos de *A. squamosa* y *A. indica* fueron los más efectivos, con los porcentajes de mortalidad más elevados (15); mientras que se ha informado un 100% de mortalidad con el aceite esencial de *Melaleuca quinquenervia* (Cav) S.T. Blake al 5% (16). Por su parte, González (11) alcanzó resultados satisfactorios con el extracto de maíz sobre *P. citri*, aunque no calculó la LC₅₀.

No se observaron diferencias significativas en los valores de la LC₅₀ a las 24 y 48 horas, lo cual evidenció que el extracto de maíz actúa de forma rápida sobre las hembras de *P. citri*. Las hembras muertas quedan adheridas a la superficie de la hoja de toronjo y mueren por asfixia al quedar bloqueados los espiráculos. Por la forma que adoptan las hembras muertas, es probable también que sufran alteraciones en el exoesqueleto.

A principios de la década de 1990 se descubrió que los ésteres de azúcar presentes de forma natural en las hojas de tabaco silvestre (*Nicotiana glauca* L.) tenían actividad plaguicida frente a insectos de cuerpo blando y ácaros. Análogos sintéticos de estos productos naturales han mostrado actividad plaguicida sobre *Diaphorina citri* Kuwayama y *Phyllocnistis citrella* Stainton (17), *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (18) y *Varroa destructor* Anderson y Trueman (19). Son insecticidas/acaricidas bioquímicos de contacto, que matan a pequeños insectos y ácaros por asfixia (mediante el blo-

queo de los espiráculos) o provocan alteración de las ceras cuticulares y las membranas del tegumento, lo que lleva a la desecación. Compuestos similares a los encontrados en *N. glauca* han sido identificados como constituyentes mayoritarios en plantas de maíz, por lo que es de suponer que sean los responsables del efecto acaricida observado sobre *P. citri*.

Determinación del efecto subletal: Se encontró un incremento en la duración del período de preoviposición cuando las hembras de *P. citri* fueron asperjadas con las concentraciones subletales, las que difirieron significativamente del control. Para los períodos de oviposición y postoviposición no se registraron diferencias estadísticas significativas. Sin embargo, se observó una tendencia hacia la disminución de la duración de la oviposición, con el aumento de la concentración (Tabla 2).

La duración del período de preoviposición y oviposición encontrados en este estudio, coincide de modo general con los indicados por Díaz (20) para esta especie, sobre hojas maduras y frutos de lima Persa (*Citrus latifolia* Tanaka); mientras que Ragusa *et al.* (21) señalan sobre frutos de limonero (*Citrus limon* Burk) un período de preoviposición ligeramente más corto y una oviposición de mayor duración, lo que indica que las concentraciones empleadas no tuvieron un efecto marcado sobre estos parámetros biológicos.

Se encontraron valores de longevidad de las hembras de 14,45; 12,94 y 11,85 días para el control, la LC₂₅ y la LC₅₀, respectivamente. No se detectaron diferencias estadísticas entre las concentraciones examinadas. Estos parámetros están dentro del rango esta-

TABLA 2. Efecto de la LC₂₅ y LC₅₀ del extracto crudo de maíz en la duración (días) de los periodos de preoviposición, oviposición y postoviposición de *Panonychus citri*./ *Effect of the LC₂₅ and LC₅₀ of crude maize extract on pre-oviposition, oviposition and post-oviposition periods of Panonychus citri*

TRATAMIENTO	PREOVIPOSICIÓN		OVIPOSICIÓN		POSTOVIPOSICIÓN	
	N	Media ± DE	N	Media ± DE	N	Media ± DE
LC ₂₅	40	1,87 ± 0,75 a	19	11,31 ± 3,04 a	19	1,05 ± 0,97 a
LC ₅₀	39	1,95 ± 0,64 a	21	9,78 ± 4,40 a	21	1,19 ± 0,98 a
Control	47	1,59 ± 0,47 b	22	8,71 ± 4,44 a	22	1,50 ± 1,26 a
ESx	0,62		3,98		1,08	

Media con letras desiguales difieren significativamente (p < 0,05)

blecido para este tetraniquido, por lo que las diferencias observadas se deben, en lo fundamental, al tipo de alimento ofrecido para realizar el experimento y no a efectos adversos de la concentración del extracto analizado.

Con relación a la fecundidad (Tabla 3), los valores registrados muestran una disminución en la medida que aumenta la concentración del extracto, aunque sin encontrarse diferencias significativas desde el punto de vista estadístico. Este decrecimiento se refleja en el índice de reducción obtenido para la LC₂₅ y la LC₅₀. La fecundidad tuvo un comportamiento similar al encontrado para la longevidad, al ser comparados con los valores informados por Díaz (20) y Ragusa *et al.* (21).

El extracto alcohólico de *Mikania micrantha* L. reduce significativamente la tasa de sobrevivencia de los huevos, larvas y ninfas, así como la fecundidad y la longevidad de las hembras de *P. citri*. En un ensayo de campo, las tasas de sobrevivencia de *P. citri* cuando fue tratado con extractos alcohólico de *M. micrantha* fueron menores que las encontradas con el control con el acaricida comercial (22).

La tasa de oviposición diaria (Fig. 1) se comporta de manera similar para ambas concentraciones, observándose solo una ligera disminución con respecto

al control en los tres primeros días, producto de la prolongación del período de preoviposición de las hembras tratadas. Los mayores valores se alcanzaron en el período comprendido entre el tercer y noveno día. Al final del periodo de oviposición, se observa un ligero incremento de la oviposición de las hembras tratadas con el extracto a la LC₂₅. Con relación a la fertilidad de los huevos, se encontraron valores de 97,43%, 98,14% y 96,27% de viabilidad de los huevos para el control, la LC₂₅ y la LC₅₀, respectivamente.

Los resultados alcanzados en este experimento demuestran que el extracto crudo de maíz tiene una potente acción por contacto directo, pero no provoca efectos subletales de consideración sobre *P. citri*. En estudios futuros se debe determinar qué principios activos le están confiriendo al maíz evaluado su potente actividad acaricida, y sobre la base de este conocimiento establecer la estrategia de uso más adecuada para este extracto. Es importante destacar que el material vegetal utilizado para la preparación de este bioproducto es un desecho en la producción tradicional de maíz para el consumo humano y animal. Esto sin lugar a dudas es un elemento adicional, que favorecería la rentabilidad del cultivo y abarataría los costos de producción del bioplaguicida. También se conoce que el extracto de maíz desde el punto de vista

TABLA 3. Efecto de la LC₂₅ y LC₅₀ del extracto crudo de maíz sobre la fecundidad de *Panonychus citri* y el índice de reducción./ *Effect of the LC₂₅ and LC₅₀ of crude maize extract on the fecundity and reduction index of Panonychus citri*. CV=45,31; ESx=25,04.

TRATAMIENTO	N	FECUNDIDAD	INDICE DE REDUCCIÓN
		Media ± DE	Media ± DE
LC ₂₅	19	52,82 ± 32,03	11,31 ± 3,04
LC ₅₀	21	49,23 ± 25,79	9,78 ± 4,40
Control	22	63,40 ± 15,80	8,71 ± 4,44

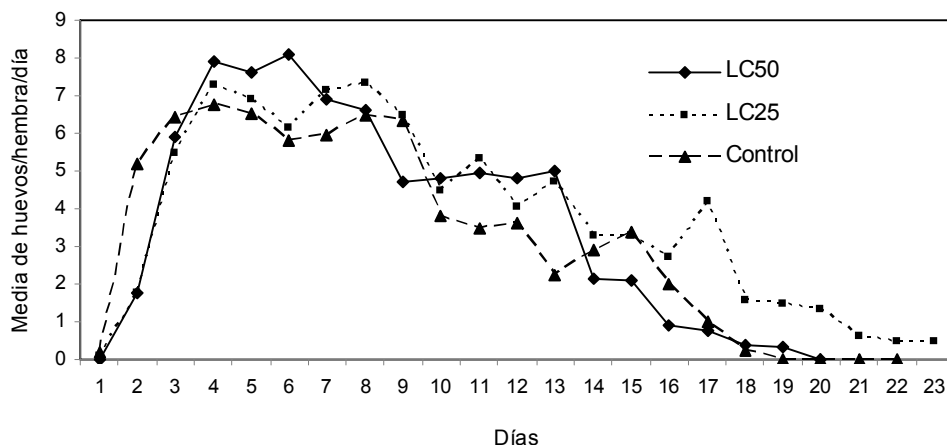


FIGURA 1. Efecto de la LC_{25} y la LC_{50} sobre la tasa de oviposición de *Panonychus citri*. / Effect of the LC_{25} and LC_{50} on the oviposition rate of *Panonychus citri*.

toxicológico se clasifica como una sustancia que no presenta un riesgo de consideración si es ingerida por vía oral (23), por lo que resulta un producto seguro.

REFERENCIAS

- García-Marí F. Resistencia de *Tetranychus urticae* y *Panonychus citri* a acaricidas en el cultivo de los cítricos. *Phytoma*. 2005;173:71-79.
- Jamieson LE, Charles JG, Stevens PS, McKenna CE, Bawden R. Natural enemies of citrus red mite (*Panonychus citri*) in citrus orchards. *New Zealand Plant Protection*. 2005;58:299-305.
- Jamieson LE, Stevens PS. Mitocides against citrus red mites (*Panonychus citri*). *New Zealand Plant Protection*. 2009;62:302-309.
- Kranz J, Schmutterer H, Koch W ed. 1977. Diseases, pests and weeds in tropical crops. Paul Parey, Berlin, Germany.
- Ramos M, Rodríguez H, Miranda I, Chico R, Fraga Y. Estudio bioecológico para el manejo de ácaros tetránicos y sus biorreguladores en viveros de cítricos. Informe Final de Investigación, CENSA. 1995; 16 p.
- Chen Z-Y, Ran C, Zhang L, Wei D, Wang J-J. Susceptibility and esterase activity in citrus red mite *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) after selection with phoxim. *Internat J Acarl*. 2009; 35(1): 33-40.
- Ripa R, Rodríguez F, Larral P, Luck RF. Evaluación de un Detergente en Base a Benceno Sulfonato de Sodio para el Control de la Mosquita Blanca *Aleurothrixus floccosus* (Maskell) (Hemiptera: Aleyrodidae) y de la araña Roja *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina: Tetranychidae) en Naranjos y Mandarinos. *Agric Téc. (Chile)*. 2006; 66(2):115-123.
- Guanilo DA, Martínez N. Predadores asociados a *Panonychus citri* McGregor (Acari: Tetranychidae) en la costa central del Perú. *Ecología Aplicada (Lima)*. 2007;6:117-129.
- Jamieson LE, Chhagan A, Charles JG. Predation of citrus red mite (*Panonychus citri*) by *Stethorus* sp. and *Agistemus longisetus*. *New Zealand Plant Protection*. 2008; 61:317-321.
- Guanilo DA, Martínez N. Biology and behavior of *Amblyseius chungas* Denmark y Muma (Acari: Phytoseiidae) as a predator of *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae). *Ecología Aplicada (Lima)*. 2009;8(2):1-12.
- González O. Efecto acaricida del extracto crudo de maíz (*Zea mays* Linn.) sobre el ácaro rojo de los cítricos (*Panonychus citri* McGregor). Tesis de Grado. Facultad de Agronomía, ISCAH. 1996; 61 p.
- Statistica 1998. Statistics for Windows (Computer Program Manual, release 5.1.). Ed '98. StatSoft Inc. Tulsa, Oklahoma. EE:UU. pp. 1643-1689.
- Lundgren L. Natural plant chemical acting as oviposition deterrents on cabbage butterflies *Pieris brassicae* (Linn.), *P. rapae* (Linn.) and *P. napi* (Linn.). *Zool Soc*. 1975;4:253-258.
- Wei XK, Chiu SF, Huang ZX. Studies on the control of Citrus Red Mites, *Panonychus citri* (McGregor) with chinaberry seed oil. *J South China Agric Univ*. 1989;10(4):48-55.

15. Ramos M. Efecto acaricida de extractos vegetales sobre *Panonychus citri* Mc Gregor en laboratorio. Rev Protección Veg. 1994;9(1-3):77-79.
16. Hernández S. Propiedades acaricidas de aceites esenciales sobre ácaros fitófagos y depredadores. Tesis de Diploma. Facultad de Agronomía, Universidad Agraria de La Habana, 2010.
17. McKenzie CL, Puterka GJ. Effect of Sucrose Octanoate on survival of nymphal and adult *Diaphorina citri* (Homoptera: Psyllidae). J Econ Entomol. 2004; 97(3):970-975.
18. Michaud JP, McKenzie CL. Safety of a novel insecticide, sucrose octanoate, to beneficial insects in florida citrus. Florida Entomologist. 2004; 87(1):6-9.
19. Sheppard WS, Gardner M, Hasher S, Kahkonen B, Meixner MD, Strange JP. Use of Sucrose Octanoate Esters to control the parasitic honey bee mite *Varroa destructor*. Amer Bee J. 2003, 143:982-985.
20. Díaz G. Algunos aspectos de la bionomía de *Panonychus citri* (Acarina: Tetranychidae). Rev Ciencia y Técnica de la Agricultura. Serie: Cítrico y otros frutales. 1980;3(1-2):85-96.
21. Ragusa S, Morsellino F, Sciacchitano A. Biological observations on Citrus red Mites *Panonychus citri* (McGregor) (Acarina; Tetranychidae). Phytophaga. 1983;1:115-132.
22. Ying Y, Sheng T, Xue B. Control effects of *Mikania micrantha* alcohol extract on citrus red mite *Panonychus citri*. South China Agricultural University, Guangzhou, China. 2005;16(4):754-777.
23. Melchor G, García L, Pino O, Bulnes C. Toxicidad aguda Oral del extracto acuoso de *Zea mays* L. Retel (Revista de Toxicología en línea). Disponible en <http://www.sertox.com.ar/retel/default.htm>. 2006; p. 48-57.

(Recibido 1-6-2010; Aceptado 20-9-2010)